استخدام الاستشعار عن بعد للكشف عن الرواسب المعدنية وشواهد الذهب في جبل أركنو جنوب شرق ليبيا

أ. مباركة سعد أحمد الغرياني
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة طرابلس، ليبيا
Sa.Alghariani@gmail.com

الملخص

تقع منطقة أركنو في الجزء الجنوب الشرقي من ليبيا والجزء الجنوب الغربي من جمهورية مصر، ضمن سلسلة جبال العوينات الشرقية. يغطي جبل أركنو مساحة 25000 كم^2، و تتكون المنطقة من صخور العصر ماقبل الكمبري التي تعلوها رواسب الجرانيت. تشكل صخور الجرانيت والماغنتيت مساحة كبيرة من جبل أركنو، وثبت أن هذه الصخور قد تعرضت إلى التصدع والطي من خلال بعض الدراسات السابقة التي استخدمت فيها معايير جيولوجية وجيوكيميائية للكشف عن معدن الذهب، وأن المنطقة تحتوي على صخور البراكين التي تعتبر دالة على وجود الذهب، واعتمدت أغلب الدراسات على جمع وتحليل وتفسير الخرائط الجيولوجية، التي أوضحت أن الذهب والفضة موجودان في النتوءات الحاملة للحديد وعروق الكوارتز والفوالق. لذا جاء هذا البحث لتوضيح إمكانية تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في التنقيب و الكشف عن المعادن وشواهد الذهب في منطقة الدراسة، فالدراسات الجيولوجية باستخدام الاستشعار عن بعد توضح أهمية تقنية النسب الطيفية في المرحلة المبكرة من التنقيب عن المعادن، و في هذه الدراسة تم استخدام مرئيات القمر الصناعي لاندسات 8 بالمتحسس OLI، بالإعتماد على معطيات برنامج Arc GIS في تحليل وتفسير الألوان الناتجة من دمج النطاقات الطيفية باستخدام صندوق الأدوات Arc Toolbox وأحد ملحقاته الخاصة بتحليل الصور Image Analysis، وتم الكشف والتمييز بين الصخور النارية، والصخور الرسوبية، و المتحولة، وكذلك الكشف عن المعادن السيليكاتية وغير السيليكاتية و دراسة أماكن تواجد صخور الجرانيت والبيجماتيت باستخدام النسبة الطيفية (7/6، 5/6 ، 4/2)، وأظهرت النتائج أن صخور الجرانيت تتوفر بكميات ضخمة في منطقة جبل أركنو، الأمر الذي ينبئ بتواجد صخور الكوارتز ضمنها بوفرة، وبالتالي إحتمالية وجود الذهب ضمن عروقها و المعادن الفلزية.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، مرئيات لاندسات8، النسب الطيفية، المعادن الفلزية.

1. المقدمة :

تُستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد، كأداة هامة في الدراسات الجيولوجية، والبحث عن رواسب و الخامات المعدنية المختلفة، وذلك بمساعدة بعض برامج الحاسوب التي لها القدرة على معالجة وتحليل صور الاقمار الصناعية؛ للحصول على إنعكاسات طيفية خاصة، يمكن للباحث تفسيرها واستخلاص النتائج منها للدلالة على مناطق وجود الخامات المعدنية، ولقد إهتمت العديد من الدراسات العالمية باستثمار تقنيات الإستشعار عن بعد؛ لوضع القواعد الأساسية في التعامل الرقمي مع المرئيات الفضائية كمرحلة مبكرة في الدراسات الاستكشافية [1،2] من خلال استخدام النسب الطيفية وترتيب القنوات الطيفية مع إنشاء المرئيات المركبة لتكون مناسبة لتعيين الخامات المعدنية وتحديد المواد الغنية بالسيليكا [3]. وفي هذه الدراسة تم اختيار منطقة جبل اركنو والتي تغطي مساحة تقدر بحوالي 25000كم^2، الواقعة ضمن منطقة العوينات الشرقية، لتطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الاستكشافات المعدنية، حيث ان هذه المنطقة تعتبر منطقة مأمولة بالخامات المعدنية، وذلك بسبب وجود صخور نارية التي يصاحبها الكثير من عمليات الاحلال والتحور، مكونة معادن جديدة وخامات ذات قيمة اقتصادية، كما تحتوي المنطقة على صخور البراكين التي تعتبر دلالة على وجود الذهب. لذا اعتمدت هذه الدراسة على تفسير صور القمر الصناعي Landsat 8 بالمتحسس OLI، للحصول على معلومات عن الصخور النارية السطحية، والرسوبية المتحولة، والكشف عن التراكيب لجيولوجية، الدالة على وجود المعادن بالمنطقة وخاصة شواهد الذهب. و من المعلوم، أن الذهب يتواجد في صخور الأساس ضمن الصخور البركانية، والرسوبية المتحولة، وكذلك الجرانيتية المتداخلة، كما يوجد الذهب ضمن عروق الكوارتز، حيث تتكون هذه العروق من تحرر السوائل أثناء الحركات التكتونية. ونفذت العديد من الدراسات الإستكشافية في الصخور النارية والبركانية في المنطقة، وأدت الدراسات إلى الحصول على نتائج مشجعة للمسوحات الجيوكيميائية، حيث يتواجد معدن الذهب ضمن صخور متحولة وأبرزها دراسة [4]، و تم تجميع العديد من المعايير الجيولوجية لتمعدن الذهب من مراجع مختلفة، التي أشارت إلى أن يرتبط وجود تمعدن الذهب بتواجد صخور الكوارتز[5،6]. ومن خلال دراسات سابقة استخدم فيها هذه المعايير الجيولوجية والجيوكيميائية، لتمعدن الذهب. وأظهرت النتائج أن الطبقات الحاملة للذهب في المنطقة يتراوح سمكها من بضعة أمتار إلى مئات الأمتار، وتنتشر على السطح بمسافة 9 كم تقريبا. وأن عروق الكوارتز تنتشر على نطاق واسع في منطقة الدراسة، وتمتد إلى مسافات تصل إلى 11 كم، بسماكة تتروح من 30 – 100 متر، وأظهرت نتائج تحاليل بعض العينات في دراسات سابقة على المنطقة، أن متوسط محتوى الذهب في هذه الصخور من 0.6 إلى 0.7 غم / طن والفضة 86.9 غم / طن والنحاس 26 غم/ طن والزنك 12.5 غم / طن [7].

لذا جاءت هذه الدراسة لتوضيح إمكانية تطبيقات الاستشعار عن بعد في الكشف عن المعادن والرواسب المعدنية ، والصخور الحاملة لمعدن الذهب في منطقة الدراسة.

2. موقع الدراسة :

يقع جبل أركنو في جنوب شرق ليبيا، وبالتحديد جنوب مدينة الكفرة، مابين خطي طول °23 ، °22 شرقاً ودائرتي عرض °21 ، °26 شمالاً، يبلغ ارتفاعه 1,435 متر فوق سطح البحر، ويتميز بصخوره الغريبة التي اغلبها من الجرانيت، وأرضه غنية بالعديد من المعادن.



شكل 1: موقع الدراسة

3. المواد وطرق البحث:

3.1. البيانات المستخدمة :

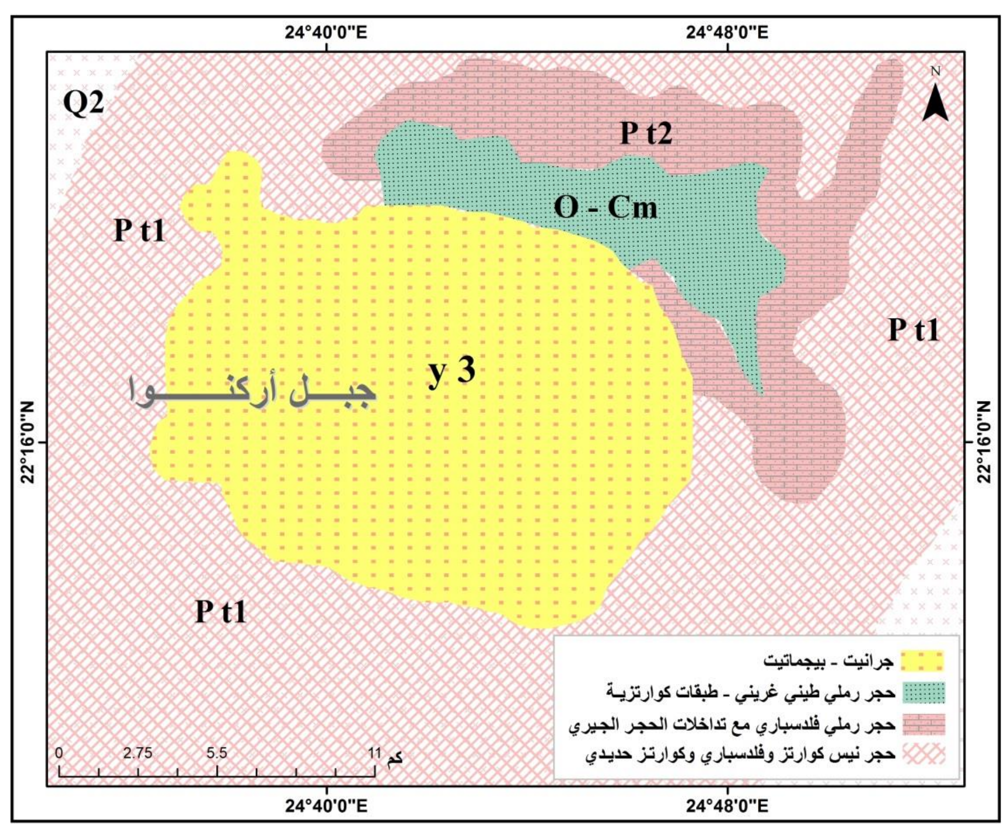
- أُستخدمت مرئيات القمر الصناعي لاندسات 8 بالمتحسس OLI التي غطت منطقة الدراسة بأحدى عشر حزمة طيفية والملتقطة سنة 2018 ، وتم الحصول عليها من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html
- بالإستعانة بخريطة ليبيا الجيولوجية، الصادرة عن مركز البحوث الصناعية سنة 2009، تم إنتاج خريطة جيولوجية رقمية لمنطقة الدراسة توضح أنواع التكوينات الجيولوجية، والصخور في جبل أركنو.

3.2 . البرامج المستخدمة:

تم الإعتماد على معطيات برنامج Arc GIS في تحليل وتفسير الحزم الطيفية، الناتجة من عمليات الدمج العمليات النسبية، باستخدام صندوق الأدوات Arc Toolbox وأحد ملحقاته الخاصة بتطبيق المعادلات الرياضية Image Analysis .

3.3. جيولوجية المنطقة :

تتميز منطقة الدراسة بتكوينها الصخري الممزوج بين الصخور البركانية والنارية والرسوبية المتحولة، فالمنطقة تحتوي على كميات وفيرة من صخور الجرانيت والبيجماتيت، وكذلك حجر الفلسبار مع تداخلات الحجر الجيري، والصلصال الغريني مع حجر رملي متوسط الحبيبات تتكون من طبقات كوارتزية ، وأيضاً رواسب الوديان ورواسب مائية.



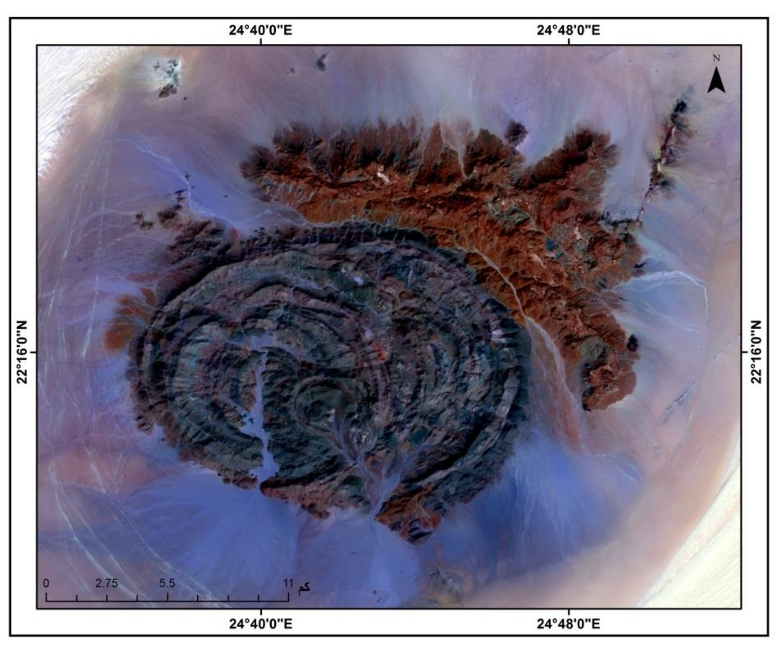
شكل 2: جيولوجية المنطقة

3.4 اجراءات الدراسة :

تم استخدام النسب الطيفية 2/4 لتمييز أكاسيد الحديد، و 7/5 لدراسة المعادن الطينية مثل الكاولينايت والألونيت، ونسبة 5/6 لدراسة معادن السليكات، (7/6، 5/6 ، 2/4) لدراسة صخور المعادن.

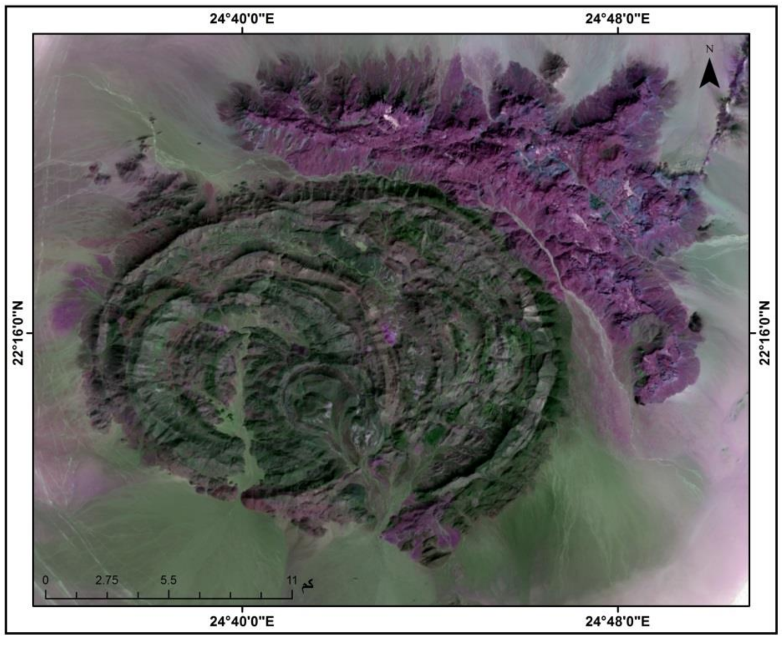
4. نتائج الدراسة :

من خلال دمج النطاقات (7، 5، 3)، أمكن انتاج صورة RGB ذات الأطوال الموجية (2.11 – 2.29) ميكرومتر ، (0.85 – 0.88) ميكرومتر ، (0.53 – 0.59) ميكرومتر على التوالي، لتوضيح الملامح الجيولوجية والصخرية للمنطقة، كما موضح بشكل (3). فظهرت صخور البازلت والجرانيت بالأرجواني والأزرق، بينما صخور الكوارتز ظهرت باللون الأحمر البني.



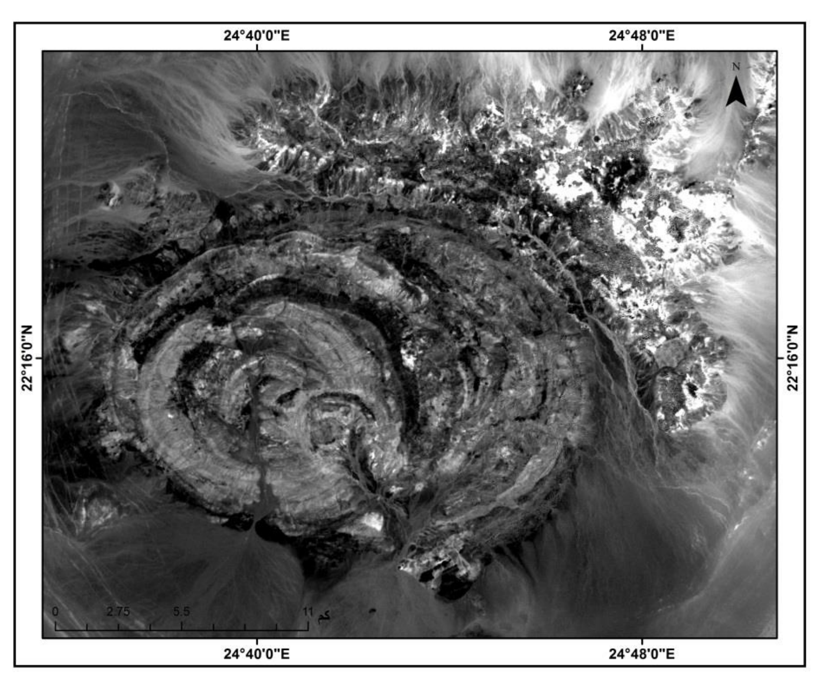
شكل 3: 7، 5، 3 RGB

وبدمج النطاقات (7، 5، 6)، أمكن إنتاج صورة RGB ذات الأطوال الموجية (2.11 – 2.29) ميكرومتر، (0.85 – 0.88) ميكرومتر، (1.57 – 1.65) ميكرومتر على التوالي، ومنها أمكن الكشف والتمييز بين الصخور النارية والرسوبية. فالصخور النارية ظهرت باللون الأخضر القاتم، بينما الصخور الرسوبية ظهرت باللون الأرجواني كما موضح بالشكل (4).



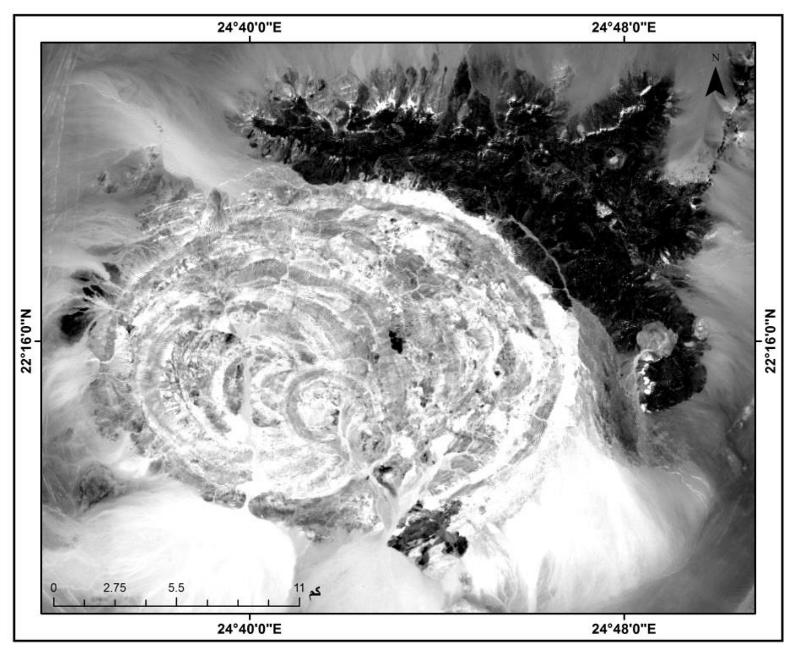
شكل 4: 7، 5، 6 RGB

للكشف عن نسبة معادن الطين مثل الكاولينايت و المونتموريلونايت في الصخور، تم استخدام النسبة الطيفية 7/6، وظهرت باللون الأبيض، ومن المعلوم أن الطين أبرز الرواسب التي تكون الصخور الرسوبية، فهو راسب من الغرين والصلصال وحبيبات دقيقة من معادن الكوارتز، بالإضافة إلى معادن المايكا وأكاسيد الحديد.



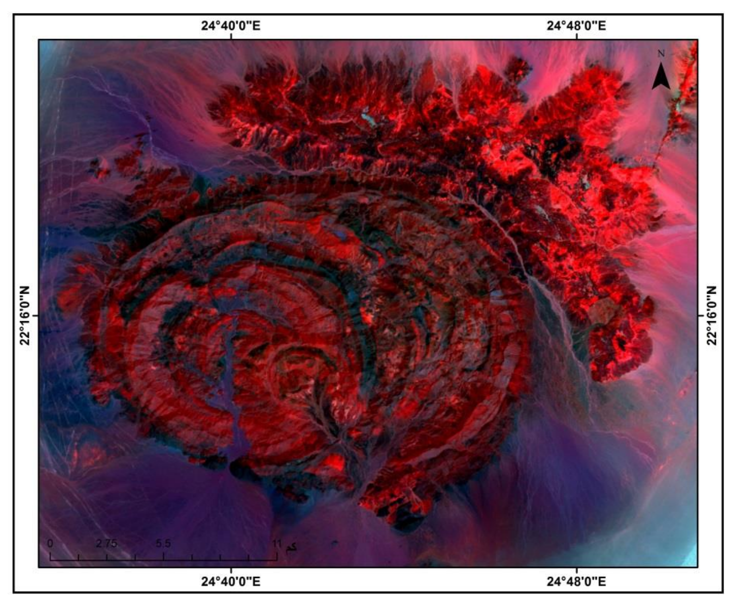
شكل 5: النسبة الطيفية 7/6

وللكشف عن المعادن السيليكاتية وغير السيليكاتية، أُستخدمت النسبة الطيفية 6/5، وظهرت الصخور التي تحتوي على معادن سيليكاتية باللون الأبيض، بينما الصخور التي تحتوي على معادن غير سيليكاتية ظهرت باللون الأسود، وشكل (6) يوضح النتائج الطيفية للمعادن السليكاتية وغير السليكاتية.



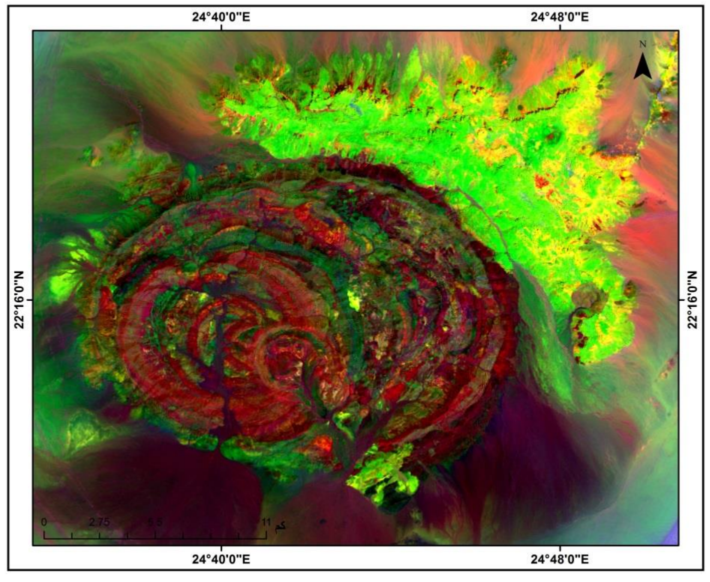
شكل6: النسبة الطيفية 5/6

ومن خلال صورة مجمعة ذات الوان RGB بنسب طيفية (5، 6/7 ، 2/4)، تم تحديد الصخور الغنية بمعادن الحديد و ظهرت باللون الأحمر كما في الشكل (7). ومعدن الحديد هو أحد الخامات التي يستخلص منها الحديد وأبرزها (الهيماتيت، الليمونايت) الموجود في بعض الصخور البركانية، مثل البازلت والجرانيت، و جبل أركنو يتكون من حجر ناري به عروق من الكوارتز، وطبقة حديدية تحتوي على الهيماتيت (أكسيد الحديد) وهذا ما توصلت إليه نتائج دراسة [4] الذي أكدت وجود خام الحديد بمناطق جنوب شرق ليبيا وأهمها العوينات الشرقية وجبل أركنو، و تتفق مع دراسة المستكشف [8] في رحلته الإستكشافية نحو صحراء ليبيا، التي أوضح فيها وجود طبقات حديدية في الحجر الرملي النوبي في المنطقة الممتدة بين الكفرة والعوينات.



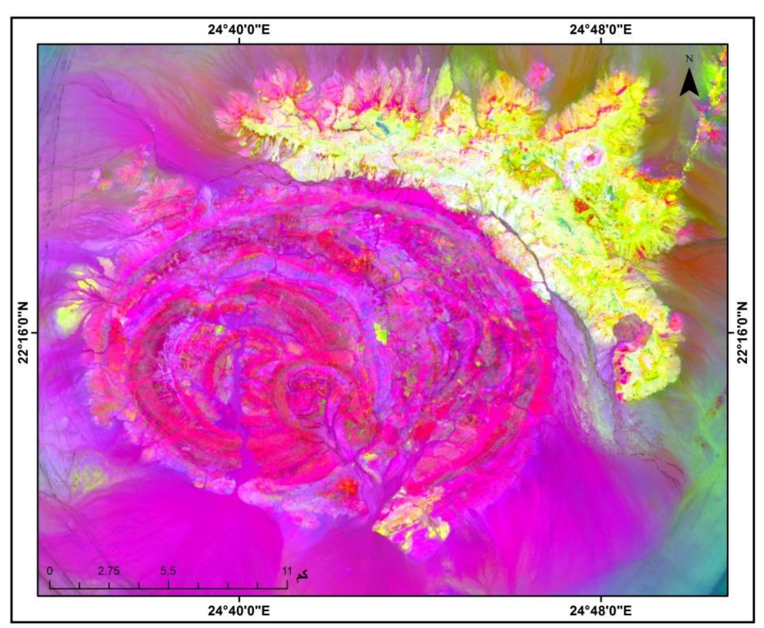
شكل 7: 5، 6/7 ، 2/4 RGB

ولدراسة أماكن تواجد صخور الجرانيت والبيجماتيت، تم استخدام النسب الطيفية (7/6، 5/6 ، 4/2)، وظهرت باللون الأحمر القرمزي كما موضح بالشكل (8). ويوجد البيجماتيت على هيئة أجسام بيضاوية أو دائرية أو كتل مدورة في صخور الجرانيت، وتختلف أجسام البيجماتيت في اطوالها وأحجامها، حيث تتراوح من بضعة أمتار إلى عدة كيلو مترات طولاً، و سمكها من عدة سنتمترات إلى عشرات الأمتار، وصخور البيجماتيت هي صخور نارية متداخلة متبلورة، مؤلفة من طبقات من بلورات متشابكة، وأن أغلب الصخور البجماتيتية تتألف من المرو والكوارتز والفلسبار والميكا.



شكل 8: 7/6، 5/6 ، 4/2 RGB

و أظهرت الدراسات الحقلية لعدد من الدراسات سابقة، أن صخور الجرانيت تتوفر بكميات ضخمة في منطقة العوينات الشرقية و جبل أركنو ، ويمكن العثور على صخور الكوارتز ضمنها بوفرة، وشكل (9) يوضح أماكن إحتمالية وجود الذهب و المعادن الفلزية في منطقة الدراسة ضمن الصخور الرسوبية، التي تحتوي على الكوارتز وظهرت بمزيج الألوان الصفراء والبيضاء، فعادة ما تحتوي الصخور الرسوبية على عدد من المعادن ويكون أصل المعادن في الصخور الرسوبية هي الصخور النارية التي تشكلت أثناء الترسيب أو التصلد.



شكل 9 : 7/6 ، 6/5 ، 2/4 RGB

5.الخلاصة :

تشير النتائج إلى أن نطاقات القمر الصناعي لاندسات 8 لديها قدرة عالية للتمييز و الحصول على معلومات استكشافية، و دراسة إحتمالية وجود تمعدن الذهب في نتوءات الحديد وعروق الكوارتز، وغيره من المعادن العنصرية، التي يرتبط وجودها بالصخور القلوية. وهذا ما اثبتثه دراسة مركز البحوث الصناعية من خلال أعمال التخريط الجيولوجي الإقليمي لمنطقة العوينات الشرقية حيث كشفت وجود شواهد خامات فلزية بالمنطقة [4] وماتوصل إليه المستكشف[8] في رحلته نحو الصحراء الليبية، كما بينته دراسة [7]. وتظل عمليات المسح الجيوفيزيائي، والتحليل الكيميائي، خير مبرهن لوجود هذا المعدن الثمين.

6.المراجع :

[1] Zahang, Y., **1999**, "A new merging method and its spectral and spatial effects". *Int. J. Remote Sensing*, **20**(10):2003-2014.

[2] Ranchin, T. and Wald L., **2000**. "Fusion of high spatial and spectral resolution images", *Photogram Remote Sensing*, **66**(1):49-61.

[3] Liu, J., G., **2000**. "Evaluation of Landsat-7 ETM+ Panchromatic Band for Image Fusion with Multispectral Bands", *Natural Resources Res.*, **9**(4):269-276.

[4] تقرير مركز البحوث الصناعية (المواد الخام وأماكن تواجدها في ليبيا) **2009**.

[5] Mana R., Ali R. J. R.,**2002**. "Kerman province mineral occurrence distribution map and mineral exploration targets area in south west of this province using GIS", G.I.S. group, Geomatics department, Tehran, Iran.

[6] Sims, P.K. and James, H.L.,**1984**. "Banded Iron Formation of late Proterozoic age in the central Eastern Egypt", Geology and Tectonic setting. Econ. Geol. **79**:1777-1784.

[7] Rekhibi,S., Monira, W. and Ali,S., **2015**. "Remote Sensing & GIS Techniques for Gold Exploration", Int'l Conf. on Advances in Science, Engg., Technology & Natural Resources (ICASETNR-15) Aug. 27-28, 2015 Kota Kinabalu (Malaysia).

[8] حسنين، أحمد محمد ، في صحراء ليبيا ، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة ، الطبعة الثانية **2014**.

[9] https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html 11 / 9 / 2019 .